

ЧЕРНАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ

БЮЛЛЕТЕНЬ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ И ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

Журнал включен в перечень научных изданий, рекомендованных ВАК РФ для публикации основных результатов диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук

Основан в марте 1944 года
Выходит ежемесячно

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору за соблюдением
законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия.
Регистрационный номер ПИ № 77-18479

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор - **Бессонов А.В.**, канд. экон. наук
Зам.главного редактора - **Курганов В.А.**, докт. техн. наук
профессор
Выпускающий редактор раздела зарубежной черной
металлургии - И.Г. Очагова

Аксельрод Л.М., канд. техн. наук
Белов В.К., канд. физ.-мат. наук, доцент
Близнюков А.С., канд. техн. наук
Бродов А.А., канд. экон. наук
Быховский Л.З., докт. г-м. наук
Веденеев А.В., канд. техн. наук
Гарбер Э.А., докт. техн. наук, профессор
Дунаев В.А., докт. г-м. наук, профессор
Золотухин Ю.А., канд. техн. наук
Касимов А.М., докт. техн. наук, профессор
Космацкий Я.И., канд. техн. наук
Курунов И.Ф., докт. техн. наук, профессор
Лубе И.И., канд. техн. наук
Ляшенко В.И., канд. техн. наук, ст. научн. сотр.
Муравьева И.Г., докт. техн. наук, ст. научн. сотр.
Протасов А.В., канд. техн. наук
Сенаторов П.П., канд. техн. наук
Сивак Б.А., канд. техн. наук, профессор
Смирнов А.Н., докт. техн. наук, профессор
Страхов В.М., канд. техн. наук, ст. научн. сотр.
Товаровский И.Г., докт. техн. наук, профессор
Тютюник С.В., канд. техн. наук
Филиппов Г.А., докт. техн. наук, профессор
Харитонов В.А., канд. техн. наук
Шешуков О.Ю., докт. техн. наук, доцент
Юзов О.В., докт. техн. наук.

Редактор – Смилтина В.В.
Ведущие редакторы разделов – Бухова Л.М., Зиновьева Н.Г., Овчинников А.М.
Корректор – Власова Н.А.
Компьютерная верстка – Яшина Н.Н., Галахова А.Г.
Переводчики – Косников А.Н., Кривошеин А.Л.
Референты – Аксенов В.В., Антонов А.В., Близнюков А.С., Ивлев С.А.

Контакты по вопросам подписки, публикации статей и рекламы: **Бессонов Анатолий Васильевич +7(495) 719-07-38; +7-903-513-56-39**
bessonov@chermetinfo.com

Контакты по вопросам доставки: +7(499) 124-49-09 **Бурмистрова Галина Ивановна**

EDITORIAL BOARD

Editor-in-Chief – **Bessonov A.V.**, *PhD (Econ)*
Deputy Editor-in-Chief – **Kurganov V.A.** *Higher Doctorate (Tech), Professor*
Executive editor, foreign steel industry section – Ochagova I.G.

Axel'rod L.M., *PhD (Tech)*
Belov V.K., *PhD (Tech), Assistant Professor*
Bliznyukov A.S., *PhD (Tech)*
Brodov A.A., *PhD (Econ)*
Bykhovsky L.Z., *Higher Doctorate (Geology)*
Vedeneev A.V., *PhD (Tech)*
Garber E.A., *Higher Doctorate (Tech), Professor*
Dunaev V.A., *Higher Doctorate (Geology), Professor*
Zolotukhin Yu.A., *PhD (Tech)*
Kasimov A.M., *Higher Doctorate (Tech), Professor*
Kosmatsky Ya.I., *PhD (Tech)*
Kurunov I.F., *Higher Doctorate (Tech), Professor*
Lube I.I., *PhD (Tech)*
Lyashenko I.I., *PhD (Tech), Senior Researcher*
Murav'eva I.G., *Higher Doctorate (Tech), Senior Researcher*
Protasov A.V., *PhD (Tech)*
Senatorov P.P., *PhD (Tech)*
Sivak B.A., *PhD (Tech), Professor*
Smirnov A.N., *Higher Doctorate (Tech), Professor*
Strakhov V.M., *PhD (Tech), Senior Researcher*
Tovarovskiy I.G., *Higher Doctorate (Tech), Professor*
Tyutyunik S.V., *PhD (Tech)*
Filippov G.A., *Higher Doctorate (Tech), Professor*
Kharitonov V.A., *PhD (Tech)*
Sheshukov O.Yu., *Higher Doctorate (Tech), Assistant Professor*
Yuzov O.V., *Higher Doctorate (Tech)*

ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
“ЦЕНТРАЛЬНЫЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ ИНФОРМАЦИИ
И ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ
ИССЛЕДОВАНИЙ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ”

ЧЕРНАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ

2017

ВЫПУСК 9 (1413)
МОСКВА

БЮЛЛЕТЕНЬ
научно-технической
и экономической
информации

Основан в марте 1944 г.

Выходит 1 раз в месяц

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору за соблюдением
законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия

Регистрационный номер ПИ № 77-18479

СОДЕРЖАНИЕ

Плакиткин Ю.А., Плакиткина Л.С. Глобальный инновационный процесс и его воздействие на ценовые и объемные параметры развития мировой энергетики и черной металлургии 3
Зиновьев Н.Г. Перспективы развития черной металлургии Индии. Сообщение 2. Развитие производства нержавеющей стали в Индии 12

НА ПРЕДПРИЯТИЯХ И В ИНСТИТУТАХ

Коксохимическое производство

Золотухин Ю.А., Голубцов С.Н., Каракаш К.П. Закономерности изменения качества кокса в зависимости от сырьевой базы ЦОФ “Кузнецкая” и ОУОУ ЕЗСМК.... 16

Аглодоменное производство

Фролов Ю.А. Состояние и перспективы развития технологии производства агломерата. Часть 6. Тепловая работа агломерационных машин..... 29
Юрьев Б.П., Гольцев В.А., Дудко В.А. Методика определения степени завершенности процессов при обжиге железорудных окатышей..... 40

Сталеплавильное производство

Столяров А.М., Мошкунов В.В. Оценка влияния технологии непрерывной разливки трубной стали на качество горячекатаного листа 47
Бабенко А.А., Жучков В.И., Смирнов Л.А., Уполовникова А.Г., Сельменских Н.И., Сычев А.В. Формирование основных борсодержащих шлаков — перспективное направление внепечной десульфурации и прямого микролегирования низкоуглеродистой стали бором..... 50

Прокатное производство

Семенюк П.П., Вейнов А.М., Великоцкий Р.Е., Мокрицкий М.И., Кумуржи Е.В., Румянцева Н.А., Швайко В.А. Металловедческая оценка степени влияния основных технологических групп факторов на хладо-

стойкость штаписовой стали класса прочности К60 в зависимости от толщины листа 54
Василев Я.Д., Замогильный Р.А., Самокиш Д.Н. Тенденции развития производства и потребления жести в мире 61

Трубное производство

Максимов Е.А. Технология и оборудование для нанесения защитных антикоррозионных покрытий магистральных трубопроводов..... 67

Метизное производство

Веденеев А.В., Бобариков Ю.Л., Мартынов Ю.В. Зависимость прямолинейности металлокорда от параметров деформации перед намоткой на катушку..... 77

Металлургическое оборудование и литейное производство

Самойлович Ю.А. Применение низкотемпературной плазмы для повышения эксплуатационного ресурса плужного лемеха сельскохозяйственных машин 81

Экология и ресурсосбережение

Демин Б.Л., Сорокин Ю.В., Щербаков Е.Н., Смирнов Л.А. Термическая стабилизация рафинировочных самораспадающихся шлаков УКП в установках роторного типа..... 90

Исагулов А.З., Байсанов А.С., Махамбетов Е.Н., Набиев М.А., Шабанов Е.Ж., Байсанова А.М. Переработка и использование твердых техногенных отходов — отвалных металлургических шлаков для получения кальцийсодержащих ферросплавов 95

Новости зарубежной периодики 98

ЭКСПРЕСС-ИНФОРМАЦИЯ 101

ВЫСТАВКИ, КОНФЕРЕНЦИИ, СИМПОЗИУМЫ. 110

Аннотации к статьям 113

Статистика 122

C O N T E N T S

Plakitkin Yu.A., Plakitkina L.S. The Global Innovative Process and its Action on the Price and Volume Parameters of the Development of the International Energy Industry and Iron and Steel Industry	3
Zinov'eva N.G. The Prospects for the Development of the Iron and Steel Industry in India. The Report 2. The Development of the Stainless Steel Production in India	12

AT ENTERPRISES AND INSTITUTES

The Coking and By-Product Process

Zolotukhin Yu.A., Golubtsov S.N., Karakash K.P. The Regularities in the Variation of the Coke Quality Depending on the Raw Material Base at the "Kuznetskaya" Central Concentration Plant and EZSMK Coal Concentration Installation Department.....	16
---	----

The Sintering and Blast Furnace Processes

Frolov Yu.A. The Status and Prospects for the Development of the Technology for Manufacturing the Sinter. The Part 6. The Thermal Operation of the Sintering Machine.....	29
Yur'ev B.P., Gol'tsev V.A., Dudko V.A. The Methodology of the Determination of the Completion Degree of the Processes during Firing the Iron Ore Pellets.....	40

Steelmaking

Stolyarov A.M., Moshkunov V.V. The Influence Evaluation of the Technology for the Continuous Casting of the Tubular Steel on Hot-Rolled Sheet Quality.....	47
Babenko A.A., Zhuchkov V.I., Smirnov L.A., Upolovnikova A.G., Sel'menskikh N.I., Sychev A.V. The Formation of the Basic Boron-Containing Slags is the Perspective Direction of the Ladle Desulfurization and Direct Microalloying of the Low Carbon Steel with the Boron.....	50

Rolling Mill Practice

Semenyuk P.P., Veinov A.M., Velikotskiy R.E., Mokritskiy M.I., Kumurzhi E.V., Rumyantseva N.A., Shvaiko V.A. The Physical-Metallurgy Evaluation of the Influence Degree of the Main	
---	--

Technological Factor Groups on the Cold Resistance of the Skelp Steel with the K60 Strength Class Depending on the Sheet Thickness	54	
Vasilev Ya.D., Zamogil'nyi R.A., Samokish D.N. The Trends in the Development of the International Production and Consumption of the Tin Plate	61	
Production of Pipes and Tubes		
Maksimov E.A. The Technology and Equipment for the Application of the Protective Anticorrosion Coatings on the Cross-Country Pipe-Lines.....	67	
Wire Products Manufacturing		
Vedeneev A.V., Bobarikin Yu.A., Mart'yanov Yu.V. The Dependence of the Straightforwardness of the Steel Wire Cord on the Deformation before Spooling	77	
Metallurgical Equipment and Foundry Practice		
Samoilovich Yu.A. The Application of the Low-Temperature Plasma for the Improvement in the Operational Lifetime of the Plough Shares of the Agricultural Machinery	81	
Resource Saving and Ecology		
Demin B.L., Sorokin Yu.V., Shcherbakov E.N., Smirnov L.A. The Thermal Stabilization of the Refining Self-Disintegrating Slags of the Ladle Treatment Installations in the Rotary Type Plants	90	
Isagulov A.Z., Baisanov A.S., Makhambetov E.N., Nabiev M.A., Shabanov E.Zh., Baisanova A.M. The Treatment and Utilization of the Solid Production Induced Wastes, Metallurgical Dump Slags for Manufacturing the Calcium-Containing Ferroalloys	95	
The News of the Foreign Periodicals		98
EXPRESS INFORMATION		101
EXHIBITIONS, CONFERENCES, SYMPOSIA		110
The Abstracts for the Articles		113
Statistics		122

I N H A L T

Plakitkin Ju.A., Plakitkina L.S. Der globale Innovationsprozess und seine Auswirkungen auf die Preis- und Volumenparameter der Entwicklung der Weltenergie und der Eisenmetallurgie.....	3
Sinowjewa N.G. Perspektiven der Entwicklung der Stahlindustrie in Indien. Teil 2. Entwicklung der Edelstahlproduktion in Indien.....	12

IN BETRIEBEN UND INSTITUTEN

Kokereibetrieb

Solotuchin Ju.A., Golubzow S.N., Karakash K.P. Regelmäßigkeiten von Änderungen in der Qualität von Koks abhängig von der Rohstoffbasis des zentraler Aufbereitungswerk "Kuznezkaja" und Abteilung von Kohlebehandlungsanlagen EZSMK	16
---	----

Sinter -und Roheisenerzeugung

Frolov Ju.A. Stand und Perspektiven der Entwicklung der Technologie der Sinterherstellung. Teil 6. Thermische Arbeiten von Sintermaschinen	29
Jurjew B.P., Golzew W.A., Dudko W.A. Verfahren zur Bestimmung der Vollendungsgrades der Prozesse beim Brennen von Eisenerzpellets	40

Stahlerzeugung

Stoljarow A.M., Moschkunow W.W. Auswertung des Einflusses der Stranggießtechnologie von Rohrstaahl auf die Qualität von warmgewälztem Blech	47
Babenko A.A., Shutschkow W.I., Smirnow L.A., Upolovnikowa A.G., Sel'menskikh N.I., Sytschew A.W. Bildung von basischen borhaltigen Schlacken ist vielversprechende Richtung für die Pfannenentschwefelung und die direkte Mikrolegierung mit Bor von kohlenstoffarmen Stahl	50

Walzbetrieb

Semenjuk P.P., Weinow A.M., Welikozki R.E., Mokrizki M.I., Kumurshi E.W., Rumjanzewa N.A., Schwaiko W.A. Metallkundliche Beurteilung des Einflussgrades der wichtigsten technologischen Gruppen von Faktoren auf die Kältebeständigkeit von Bandstaahl der Festigkeitsklasse K60, abhängig von Blechdicke.....	54
Wasilew Ja.D., Samogilkij P.A., Samokisch D.N. Trends in der Entwicklung der Produktion und Verbrauch von Blech in der Welt	61

Rohrherstellung

Maksimow E.A. Technologie und Ausrüstung für die Anwendung von Korrosionsschutzschichtbeschichtungen von Hauptröhreleitungen	67
--	----

Metallwarenerzeugung

Wedeneew A.W., Bobarikin Ju.L., Martjanow Ju.W. Abhängigkeit von der Geradheit des Metallkords auf die Parameter der Verformung vor dem Aufwickeln auf der Spule.....	77
---	----

Hüttenausrüstungen und Gießerei

Samoilowitsch Ju.A. Anwendung von Tieftemperaturplasma zur Erhöhung der Lebensdauer von Pflegescharen von Landmaschinen ..	81
--	----

Ressourceneinsparung und Ökologie

Demin B.L., Sorokin Ju.W., Tscherbakow E.N., Smirnow L.A. Thermische Stabilisierung der von selbstzersetzenden Raffinierschlacken von Pfanne-Ofenanlagen in Rotor-Anlagen.....	90
Isagulow A.S., Baisanow A.S., Machambetow E.N., Nabiew M.A., Schabanow E.Sh., Baisanowa A.M. Verarbeitung und Verwendung von festen technogenen Abfällen — Haldenschlacken zur Erzeugung von kalziumhaltigen Ferrolegierungen	95

Nachrichten der ausländischen Zeitschriften		98
--	--	----

EXPRESS-INFORMATIONEN		101
------------------------------------	--	-----

AUSSTELLUNGEN, KONFERENZEN, SYMPOSIEN		110
--	--	-----

Anmerkungen zu den Artikeln		113
--	--	-----

Statistik		122
------------------------	--	-----

ГЛОБАЛЬНЫЙ ИННОВАЦИОННЫЙ ПРОЦЕСС И ЕГО ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ЦЕНОВЫЕ И ОБЪЕМНЫЕ ПАРАМЕТРЫ РАЗВИТИЯ МИРОВОЙ ЭНЕРГЕТИКИ И ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ

Ю. А. ПЛАКИТКИН, проф., д-р экон. наук, академик РАЕН, uplak@mail.ru;

Л. С. ПЛАКИТКИНА, канд. техн. наук, чл.-корр. РАЕН
(ФГБУН “Институт энергетических исследований РАН”)

Черная металлургия, поставляя свою продукцию во многие секторы экономики, весьма “чутко” реагирует на новации, реализуемые в них. Новые инновационные решения, применяемые в отраслях-потребителях продукции черной металлургии, сильно влияют как на ценовые, так и на объемные параметры ее развития. Наряду с этим существует довольно сильное “зацепление” цен и объемов потребления энергии, изменяющихся в соответствии с реализуемыми технологическими укладами мировой экономики, с ценами и объемами потребления продукции черной металлургии [1–3]. В этой связи для прогнозного обоснования вышеназванных параметров представляется необходимым определение будущего вектора глобального технологического развития мировой экономики.

В современном неустойчивом мире существует не так много процессов, устойчивость которых не вызывает сомнений. Одним из них является процесс мирового инновационного развития. Несмотря на современные политические, экономические, военно-стратегические и даже религиозные “импульсы”, вызывающие различные флюктуации в обществе, мировое инновационное развитие устойчиво ускоряет свои темпы и “выбрасывает” на рынок все новые и новые товары и услуги. Первопричиной этого процесса является все возрастающий объем новаций, генерируемых в обществе, которые в дальнейшем, участвуя в коммерческом обороте мировой экономики, превращаются в новые инновационные товары и услуги.

Мировой процесс генерирования новаций можно оценивать мировым потоком патентных заявок за длительный период. Если соотнести этот поток с численностью населения мира, то можно получить совокупность удельных оценок, характеризующих динамику интенсивности генерирования новых технологических знаний [4].

На основании анализа данных за последние 30 лет получена ступенчатая кривая (рис. 1), характеризующая динамику интенсивности про-

цесса генерирования новаций (оценка по душевому потоку мировых патентных заявлок).

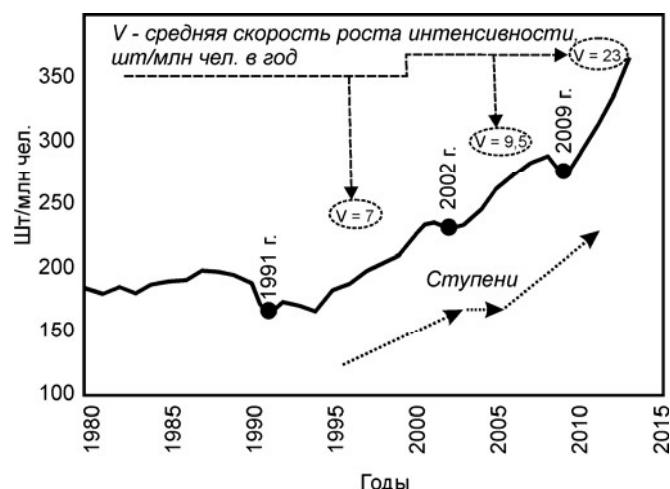


Рис. 1. Динамика интенсивности мирового инновационного процесса
(Источник: ИНЭИ РАН)

Анализ современного участка приведенной кривой, начавшегося в 2009 г. (см. рис. 1), позволил установить, что этот участок (или ступень) характеризуется скоростью инновационного роста, в 2–3 раза превышающей значения, достигнутые на предыдущих ступенях инновационного развития. При этом поток новаций можно довольно легко трансформировать в инновационный поток. Объясняется это тем, что новации примерно через 15–20 лет превращаются в товары и услуги, предназначенные для коммерческого оборота в мировой экономике.

Поэтому для оценки интенсивности потока инновационных технологий достаточно “подвинуть” вперед по времени вышеприведенную ступенчатую кривую. Конечно, при таком движении надо учитывать, что период преобразования новаций в инновации не является постоянным, а уменьшается во времени. Более того, не все новации, а только их часть, переходят в инновации. С течением времени эта часть постоянно увеличивается. С учетом этих двух обстоятельств произведены модельные расчеты по оценке интенсивности мирового инновационно-технологи-

ческого развития, по результатам которых в процессе исследований получена кривая, представленная на рис. 2.

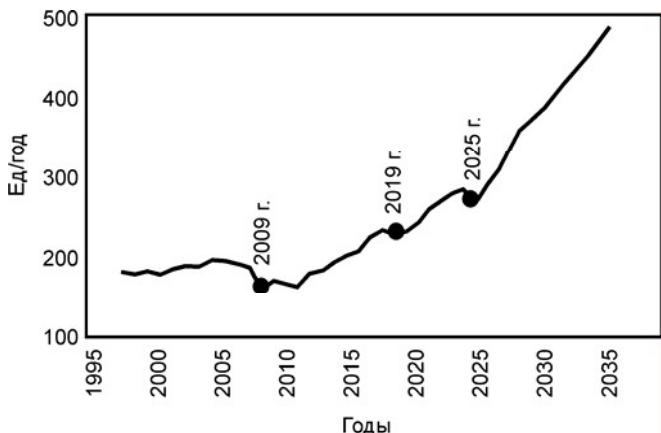


Рис. 2. Интенсивность мирового инновационно-технологического процесса
(Источник: ИНЭИ РАН)

Анализируя данные, приведенные на рис. 2, можно выделить следующие четыре инновационно-технологические ступени по времени их возможной реализации с последовательно повышающейся скоростью роста интенсивности:

- до 2009 г.;
- 2009–2019 гг.;
- 2019–2025 гг.;
- 2025–2035 гг.

Средняя скорость роста интенсивности на ступенях мирового процесса инновационно-технологического развития отражена на рис. 3.

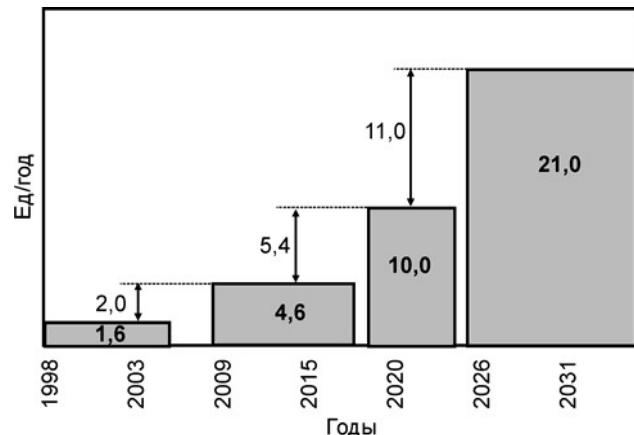


Рис. 3. Средняя скорость роста интенсивности на ступенях мирового инновационного процесса
(Источник: ИНЭИ РАН)

Представленные данные свидетельствуют о том, что в прогнозном периоде, примерно до 2030 г., в мировой экономике возможен революционный технологический скачок: в 2018–2019 гг. — малый технологический скачок, а на рубеже 2015–2026 гг. — скачок, превышающий по скорости роста интенсивности технологического раз-

вития в 2–5 раз предыдущие скачки. На ступени 2025–2035 гг. скорость роста интенсивности технологического развития — от 2 до 10 раз — будет превышать интенсивность на предыдущих ступенях.

Таким образом, период 2025–2026 гг. является рубежным с точки зрения внедрения в мировую хозяйственную практику новых технологий. Подтверждается ли этот прогноз какими-либо действиями, совершаемыми государственными регуляторами в разных странах? Несомненно, подтверждается и в первую очередь намерениями многих стран реализовать программу “Индустрия 4.0”. Лидером в реализации этой программы на нынешнем этапе является Германия.

Суть программы “Индустрия 4.0”, координируемой и финансируемой правительством Германии, заключается в сохранении страной ведущей роли в сфере индустриальных информационных технологий, которые должны в буквальном смысле перевернуть промышленный сектор. В отличие от США, где применяемые ИТ-технологии развивались в направлении обслуживания социальных сетей, коммуникаций, индустрии развлечений, в Германии поставлена цель внедрения индустриальных информационных технологий в структуру промышленного оборудования и технологий.

Подобные государственные программы по цифровизации производств реализуются также в США, Японии, странах Юго-Восточной Азии, и прежде всего в Китае.

Многие эксперты считают, что новое направление развития мировой индустрии представляет собой четвертую промышленную революцию.

Как известно, первая промышленная революция, состоявшаяся в конце XVIII – начале XIX в., была связана с заменой применения мускульной силы животных и человека энергией воды и пара (рис. 4).

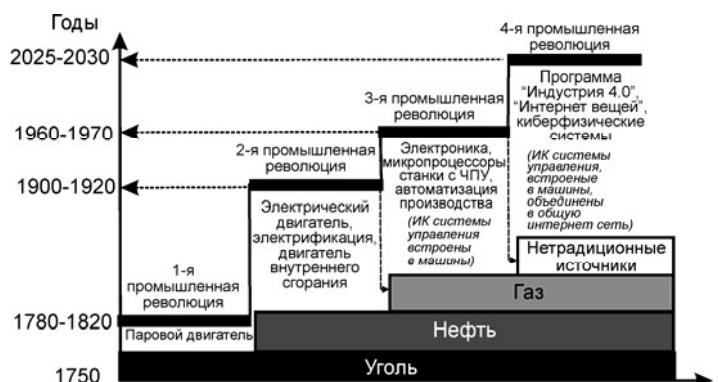


Рис. 4. График мировых промышленных революций и мировых энергетических ступеней
(Источник: ИНЭИ РАН)

Отметим, что именно в конце XVIII в. – начале XIX в. начались промышленные разработки угольных месторождений, и уголь в качестве энергоносителя, используемого в паровых двигателях и турбинах, постепенно стал доминирующим мировым энергоисточником.

Второй этап промышленной революции, начавшийся в начале XX в., связан с созданием и промышленным применением электрического двигателя и двигателя внутреннего сгорания. На этом этапе произошла электрификация и конвейеризация промышленного производства, появились автомобильные дороги и автотранспорт, а в мировой экономике было внедрено массовое производство общедоступных потребительских товаров.

Третья промышленная революция, произошедшая в 60–70-х годах XX в., связана с использованием электроники, числового программного управления и микропроцессоров, позволяющих автоматизировать промышленное производство.

В настоящее время мировая экономика фактически находится на пороге реализации четвертой промышленной революции, целью которой является объединение производства в глобальную сеть “Интернет вещей” и включение в процесс управления производством искусственного интеллекта. “Умное” производство, базирующееся на “умных” информационно-коммуникационных машинах и сетях, будет способно без участия человека обмениваться информацией, реагировать на нее самостоятельно, управляя производственными процессами.

Следует отметить, что существует достаточно тесная связь реализации каждой промышленной революции с развитием глобальной энергетики знаний [4]. Первая промышленная революция была связана с началом активного применения угольных энергоресурсов, вторая и третья революции — с активным применением нефтяных и газовых ресурсов соответственно. Четвертая промышленная революция будет характеризоваться началом активного использования нетрадиционных источников энергии.

В течение прошедших 20 лет многие промышленно развитые страны активно переносили производство отдельных товаров в страны третьего мира, что позволило им снизить затраты труда за счет применения более дешевой рабочей силы прочих стран. В свою очередь, дополнительно появившиеся финансовые ресурсы в развитых странах были сконцентрированы на развитии интеллектуального сектора промышленного производства.

Однако и развивающиеся страны также стали активно осваивать новые технологии, направляя экспортные потоки в развитые страны. В этом смысле хорошим примером может служить экономика Китая, создавшая значительные трудности на пути реализации американских товаров.

В США эту проблему пытаются решить с помощью реиндустриализации, в том числе путем возобновления добычи энергоресурсов. В настоящее время правительство США создает систему налоговых поощрений для возврата в страну ряда производств, размещенных в Азии и Европе.

Для Германии, не обладающей такими значительными запасами минерально-сырьевых ресурсов, как США, реализация программы “Индустря 4.0” даст возможность, не размещая производств в третьих странах, добиться именно на отечественных предприятиях сокращения затрат труда путем применения роботизированных, интеллектуально-промышленных систем.

Реализация программы “Индустря 4.0” в Германии имеет некоторую историю. В 2012 г. проект был представлен и рекомендован правительству Исследовательским союзом Германии, в составе которого сконцентрировались ведущие представители экономики и науки страны. В 2013 г. крупные промышленные союзы страны, в частности ZVEI, VDMA и BITKOM, объединяющие свыше 5000 компаний, сформировали платформу “Индустря 4.0”. В 2014–2015 гг. состоялись многочисленные форумы, на которых было отмечено, что платформа практически обслуживает четвертую промышленную революцию. При этом правительство Германии выделило на реализацию только первого этапа проекта 200 млн евро. Предполагается, что проект должен развиваться самими промышленными предприятиями. Ими уже выделено на его реализацию около 300 млн евро.

Проект “Индустря 4.0” основан на использовании двух фундаментальных категорий:

– IoT — “Интернет вещей” (Internet of things), т. е. превращение всех компонентов производственной системы в активных пользователей интернета;

– CPS — киберфизические системы (Cyber-Physical Systems).

Реализация проекта “Индустря 4.0” подразумевает создание “умной” промышленности, которая связана с эволюцией — от применения встроенных информационно-коммуникационных систем управления до киберфизических.

Встроенные системы и глобальные сети (Интернет) образуют основу киберфизических систем, объединяющих виртуальный и реальный мир для создания сетевого пространства, в котором "умные" объекты "разговаривают" друг с другом при их взаимодействии (рис. 5).

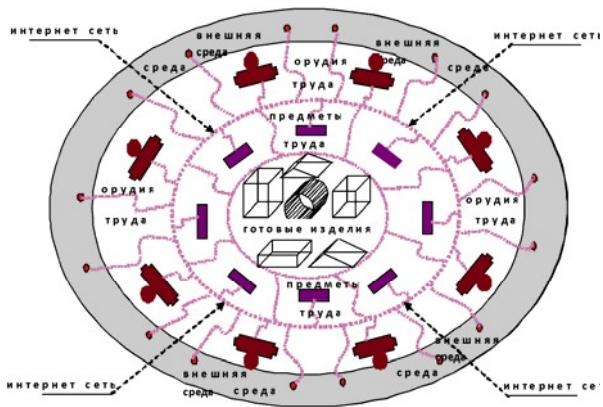


Рис. 5. Киберфизические системы
(Источник: ИНЭИ РАН)

На "умных" производственных предприятиях машины будут понимать свое окружение, "разговаривая" в рамках определенного протокола как друг с другом, так и с логистическими системами потребителей и поставщиков. В случае изменения требований машины "самостоятельно" принимают решение о перестройке соответствующего технологического процесса. В результате такие производственные системы будут способны осуществлять самодиагностику, самооптимизацию, самоорганизацию и самоконфигурацию, что в конечном итоге приведет к повышению гибкости и индивидуализации производства.

Правительство Германии планирует реализовать проект "Индустрия 4.0" уже в ближайшие 10–15 лет. Это означает, что примерно к 2025 г. в стране должно быть осуществлено масштабное промышленное внедрение киберфизических систем, в результате чего Германия станет одним из ведущих мировых поставщиков этих систем, а, может быть, и основным.

Программой правительства Германии определены четыре основных направления работ до 2025 г.:

- энергия (киберфизические системы "умных" сетей);
- мобильность (киберфизические системы сетевой мобильности);
- здоровье (киберфизические системы телемедицины и удаленной диагностики);

– промышленность (киберфизические системы для промышленности и автоматизации производства).

Предполагается, что в предстоящие четыре года в результате реализации программы "Индустрия 4.0" удастся повысить производительность труда в среднем на 18 %. Основой реализации программы является развитие цифрового проектирования и моделирования, 3D-печати и роботизации.

Существенное преимущество программы "Индустрия 4.0" состоит в возможности ее поэтапного внедрения на промышленных предприятиях. На начальном этапе переоснащение можно начинать с нескольких единиц оборудования, а затем возможно переоснастить все предприятие. Путем внедрения киберфизических систем возможно переоборудовать все предприятие без его остановки. Преобразование предприятий предполагает оснащение оборудования датчиками, установку системных компонентов с миниатюрными серверами и замену применяемой шинной системы. На этих предприятиях будет использоваться новое поколение легких интеллектуальных роботов, работающих вместе с персоналом. Роботы будут активно взаимодействовать с персоналом, не вызывая дополнительной опасности. Предполагается, что первые предприятия, работающие на принципах "Индустрия 4.0", появятся уже через 5 лет, т. е. примерно в 2021–2022 гг.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что установленный инновационно-технологический импульс, который должен быть реализован в Германии на рубеже 2025–2026 гг., — это не что иное, как начало четвертой промышленной революции, связанной с реализацией программы "Индустрия 4.0".

В других странах в направлении реализации "Индустрия 4.0" также имеются реальные положительные достижения. В США еще в 2014 г. был образован консорциум промышленного Интернета (Industrial Internet), продвигающий в практическом направлении "Интернет вещей".

В Китае утверждена и действует промышленная концепция "Китайское производство 2025", где поставлена задача "подтянуть" всю промышленность до уровня, соответствующего третьему укладу, а к 2025 г. прорваться к четвертому промышленному укладу.

В Японии на правительственном уровне обсуждаются концепции Connected Factories, предполагающие использование на "умных" предпри-

ятиях интернет-сетей, связывающих миникомпьютеры, встроенные в оборудование.

В России аналогом немецкой программы “Индустря 4.0” является формируемый правительством технологический трек “Технет” национальной технологической инициативы, который призван обслуживать ожидаемую в 2025–2035 гг. промышленную революцию. В конце июля 2017 г. в России была утверждена программа “Цифровая экономика”, включенная в программу основных направлений стратегического развития России до 2025 г. [5]. Предполагается, что промышленная цифровизация в России будет носить скачкообразный характер, повлияет на инженерные процессы, технологию управления производством, воздействуя на саму струк-

туру производства. Ожидается, что реализация проекта в России будет сопровождаться ростом эффективности производства. По расчетам Минпромторга России, производительность труда в экономике к 2024 г. должна повыситься на 30 %, а доля машин и оборудования в российском экспорте должна увеличиться с 8 до 13 %. При этом существенного роста сырьевого сектора в будущем не ожидается.

Из анализа представленных намерений по реализации программы “Индустря 4.0” следует, что прогнозные сроки ее реализации фактически отражают смысловую суть инновационно-технологического импульса, полученного путем моделирования интенсивности мирового инновационно-технологического процесса.

Укрупненная модель реализации проекта “Индустря 4.0” применительно к обрабатывающей промышленности

В обрабатывающей промышленности в соответствии с программой “Индустря 4.0” может быть реализована следующая модель. “Умная” заготовка “сообщает” обрабатывающему станку, какой инструмент и в какой очередности необходимо применять, какие должны осуществляться операции и быть получены параметры. “Разговаривая” с транспортной системой, она указывает, по какому маршруту и кому она должна быть доставлена к требуемому времени для осуществления следующего цикла производственных операций. Кроме того, все оборудование применяемой производственной системы может “подавать” сигналы об износе отдельных деталей и “подавать” интернет-заказы на их изготовление, доставку и замену.

Благодаря гибкости и адаптивности киберфизических систем массовый характер может приобрести индивидуализация производства. Применяемыми в настоящее время производственными системами можно добиться повышения экономической эффективности за счет поточности изготовления больших партий одинаковых товаров. В случае же применения киберфизических систем быстрое изготовление индивидуальных, единичных товаров становится также экономически выгодным, а цена таких товаров будет снижаться.

Будущий технологический импульс, основанный на использовании киберфизических систем, отображает “революцию” в экономике с точки зрения существенного снижения расходов времени на осуществление производственных операций, что повышает рыночный потенциал товаров за счет снижения производственных затрат,

расходов энергии на их изготовление и, соответственно, цен предложения [6–10].

Производственные затраты в случае применения киберфизических систем не зависят от масштабов производства. Это предопределяет переход предприятий к децентрализованной модели производства, в которой сбор и обработка информации, а также принятие решений становятся все более автономными. Уровень автономности производственных систем в перспективном периоде будет постоянно расти, и в итоге подобные системы будут преобразовываться в активные производственные “ячейки”, способные самостоятельно управлять своими производственными процессами.

В целом необходимый уровень производства товаров на “умной” фабрике может обеспечиваться системой автономных производственных “ячеек”. Гибкость киберфизических систем позволяет в режиме реального времени реагировать на внутренние и внешние изменения путем оптимизации собственных производственных процессов.

“Понимание” применяемыми машинами текущей ситуации создает принципиально новое качество производства. Взаимодействие между интеллектуальными машинами позволит вырабатывать варианты решений, которые ранее невозможно было бы запрограммировать.

В целом под воздействием приведенных процессов объемы производства в сырьевом секторе мировой и отечественной экономики в прогнозном периоде будут постепенно сокращаться. Особенно выпукло это воздействие будет отражаться в мировой энергетике, так как технологи-

ческие революции практически совпадают со сменой мировых энергетических циклов.

При этом цены на нефть, вошедшие в нынешнем периоде в стадию падения, продолжат долгосрочное снижение. Это падение не будет носить "катастрофического" характера, оно будет постепенным. По оценкам авторов, в 2035–2040 гг. мировая цена на нефть будет находиться на уровне 30–35 долл/барр. [6–10].

Постепенно будут снижаться и объемы потребления нефти. В силу высокой зависимости объемов потребления черных металлов и цен на них от мировых объемов потребления и цен на нефть можно предположить, что вслед за снижением этих показателей начнется аналогичный процесс и по черным металлам.

Для оценки этого влияния в процессе исследований была проанализирована группа (корзина) следующих черных металлов, представленная следующими составляющими: сталь, чугун, железоокисные пигменты, железняк, металлургический шлак и лом черных металлов [11].

Одним из основных показателей работы черной металлургии является количество выплавленной стали. Мировым лидером по производству стали является Китай, который опережает своих ближайших конкурентов: Японию — почти в 8 раз, США — в 10 раз.

Производство чугуна является также важнейшим показателем работы металлургической отрасли, где лидирующие позиции с большим отрывом от других стран также занимает Китай.

Япония, находящаяся на втором месте по производству чугуна, отстает от Китая почти в 9 раз, а Индия, занимающая третье место, — более чем в 13 раз.

Следует отметить, что мировое душевое производство черных металлов на протяжении длительного периода (с 1920 г.) имело тенденцию к росту. Исключение составляет только период 1983–2002 гг., когда душевое потребление было фактически стабильным (рис. 6).

Рост душевого производства железняка, стали и чугуна начался еще в 2002 г. (см. рис. 6). Коррекция этого роста (в сторону небольшого уменьшения) наметилась в 2010 г. Приведенная динамика изменения этих показателей фактически отражает "знаковые" периоды в развитии мировой экономики, а именно мировые кризисы 2002 и 2009 г.

Душевое производство черных металлов внутри этой группы обладает подобием и, помимо весьма "чуткой" реакции на знаковые со-

бытия мировой экономики, "напоминает" динамику мировой цены на нефть.

Отметим еще одну особенность корзины черных металлов: для таких ее компонентов как железняк и сталь, долговременная динамика изменения индексов производства и цен фактически совпадают (рис. 7).

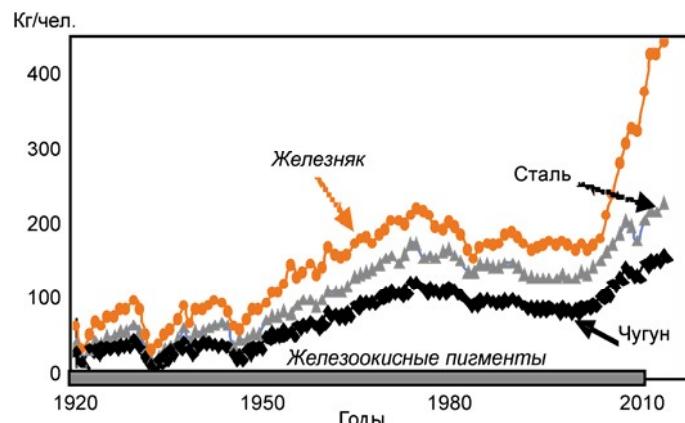


Рис. 6. Долговременная динамика душевого производства металлов в мировой корзине черных металлов (Источник: ИНЭИ РАН)

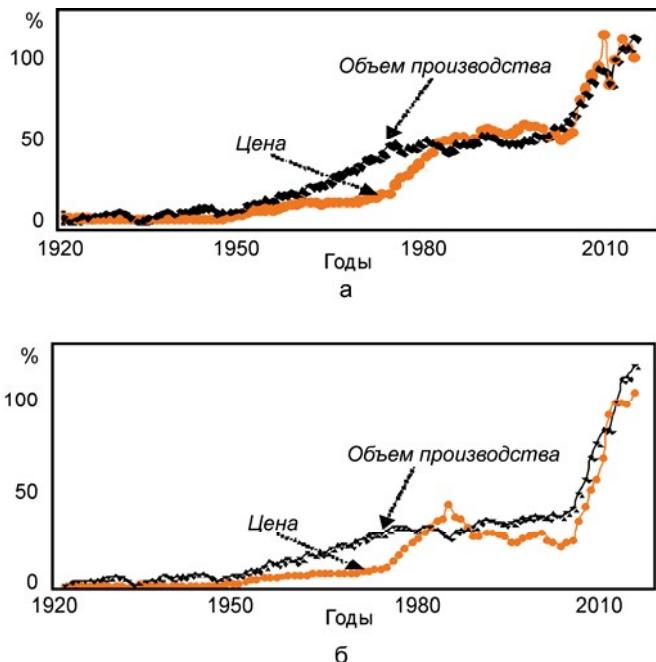


Рис. 7. Долговременная динамика мировых индексов (2010 г. = 100 %) цен и объемов производства стали (а) и железняка (б) (Источник: ИНЭИ РАН)

Такое совпадение свидетельствует о линейной связи между объемами производства металлов и их ценами. Это, в свою очередь, означает, что отношение среднегодовых приростов

объемов производства и цены на металл является постоянной величиной.

Для стали установлено постоянное отношение:

$$\frac{\Delta D_c}{\Delta \Pi_c} = 0,9 = \text{const}, \quad (1)$$

где ΔD_c — среднегодовой прирост объемов производства стали в индексной форме (2010 г. = 100 %); $\Delta \Pi_c$ — среднегодовой прирост цены стали в индексной форме (2010 г. = 100 %).

Аналогично вышеприведенному установлено постоянное отношение для железняка:

$$\frac{\Delta D_{ж}}{\Delta \Pi_{ж}} = 1,03 = \text{const}, \quad (2)$$

где $\Delta D_{ж}$ — среднегодовой прирост объемов производства железняка в индексной форме (2010 г. = 100 %); $\Delta \Pi_{ж}$ — среднегодовой прирост цены железняка в индексной форме (2010 г. = 100 %).

Если цены на сталь и железняк будут снижаться вслед за соответствующим падением цены на нефть, то объемы производства этих металлов также будут сокращаться.

О нарастании тенденций к будущему снижению объемов производства, в известной мере, свидетельствует долговременная динамика объемов производства металлов в корзине черных металлов (рис. 8).

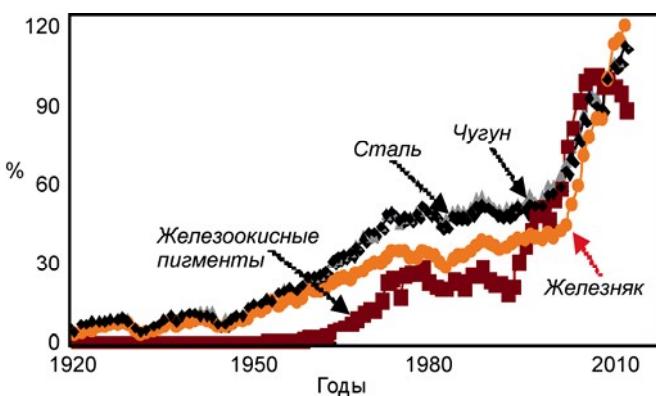


Рис. 8. Долговременная динамика индексов (2010 г. = 100 %) объемов производства металлов в мировой корзине черных металлов (Источник: ИНЭИ РАН)

Кумулятивная кривая объемов производства в целом корзины черных металлов в среднем отражает закономерности долговременной динамики объемов производства каждого из ее компонентов (рис. 9).

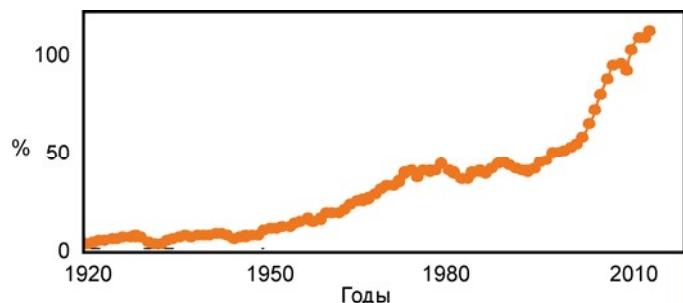


Рис. 9. Долговременная динамика среднего индекса (2010 г. = 100 %) объемов производства металлов в мировой корзине черных металлов (Источник: ИНЭИ РАН)

Представленная кумулятивная динамика объемов производства, так же как и составляющие корзины черных металлов, имеет характерные точки, отражающие закономерности развития мировой экономики.

Ценовая линейка корзины черных металлов достаточно дифференцирована. При этом сталь занимает центральную ценовую нишу в продуктовой корзине черных металлов.

Средняя цена на черные металлы практически повторяет среднюю динамику объемов производства черных металлов (рис. 10).

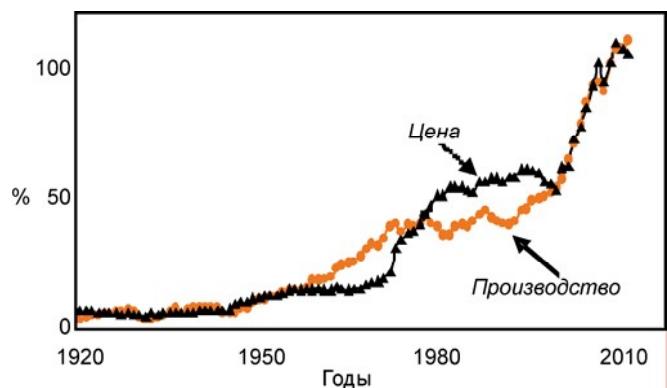


Рис. 10. Долговременная динамика мировых индексов (2010 г. = 100 %) производства и цен корзины черных металлов (Источник: ИНЭИ РАН)

Это соответствует линейному характеру изменения средних цен на черные металлы от объемов их производства. В процессе исследования установлено, что средний индекс объема производства (2010 г. = 100 %) черных металлов равен

$$D_m = 0,905\Pi_m + 1,56, \quad (3)$$

где Π_m — индекс среднемировой цены (2010 г. = 100 %) на черные металлы.

В этом случае отношение среднегодовых приростов показателей будет являться постоянной величиной:

$$\frac{\Delta \Pi_m}{\Delta \Pi_n} = 0,905 = \text{const.} \quad (4)$$

Отметим, что отношение (4) практически соответствует аналогичному отношению по стали, что подтверждает ранее приведенное утверждение о центральной ценовой нише стали в корзине черных металлов.

Полученные средние по корзинам значения динамики индексов цен и объемов производства позволили сопоставить их с изменением индексов мировых цен на нефть. Анализ проведенных расчетов показал, что индексы объемов производства черных, благородных и цветных металлов в основном повторяют индексы объемов производства нефти (рис. 11).

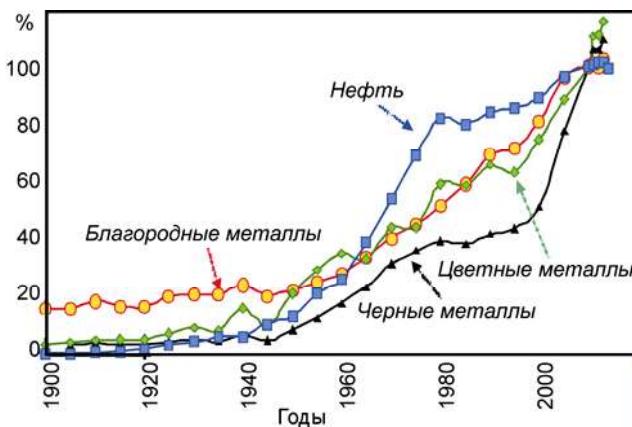


Рис. 11. Сравнительная динамика индексов (2010 г. = 100 %) объемов мирового производства нефти и металлов
(Источник: ИНЭИ РАН)

В процессе исследований получена зависимость между индексом мирового производства нефти (2010 г. = 100 %) в накапленном итоге и индексом мирового производства черных металлов (2010 г. = 100 %) в накапленном итоге (рис. 12).

Дифференцирование зависимости мирового потребления черных металлов в накапленном итоге по времени позволило получить ниже приведенные прогнозные оценки мирового потребления черных металлов.

Отметим, что ближайший период будет характеризоваться стабилизацией мирового потребления черных металлов. Примерно после 2025 г. (начало четвертой промышленной революции) их мировое производство будет падать и к середине XXI в. достигнет величины, равной около 85 % от уровня, достигнутого в 2010 г. В целом падение производства черных металлов будет осуществляться темпами, равными 5–7 %

за пятилетку. При этом весьма характерным образом будет изменяться металлоемкость производства нефти (рис. 13).

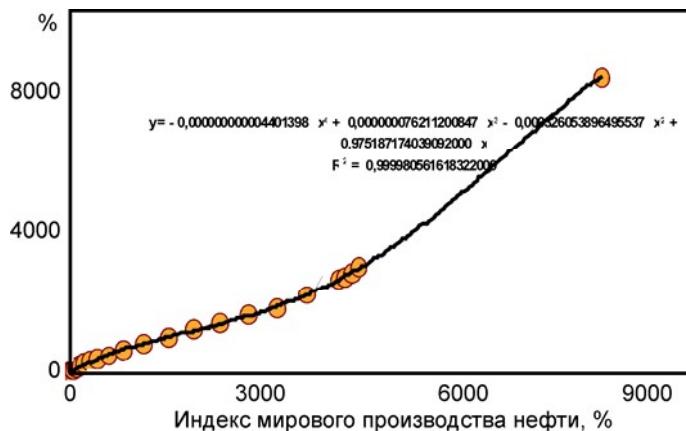


Рис. 12. Зависимость индексов (2010 г. = 100 %) мирового производства черных металлов в накапленном итоге от индексов (2010 г. = 100 %) мирового производства нефти в накапленном итоге (Источник: ИНЭИ РАН)

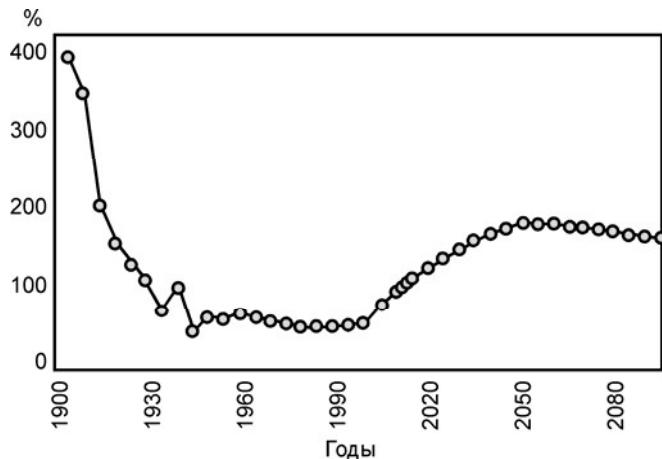


Рис. 13. Прогнозная динамика индексов (2010 г. = 100 %) металлоемкости (по черным металлам) производства нефти (Источник: ИНЭИ РАН)

На протяжении предшествующего ретроспективного периода металлоемкость производства нефти постоянно уменьшалась. Высокие темпы падения были характерны до середины XX в. В последующие 50 лет это снижение было весьма незначительным. Такое положение свидетельствует о том, что в XX в. рост производства нефти осуществлялся более высокими темпами, чем темпы производства черных металлов.

Однако начиная с первых лет XXI в. динамика изменилась на противоположную: металлоемкость производства нефти стала расти, и, по прогнозам авторов, первая половина XXI в. будет связана с этим ростом. Для последующих 50 лет XXI в. будет опять характерна стабилизация рассматриваемого показателя.

Ожидаемый рост металлоемкости в первой половине XXI в. приведет к росту темпов производства металлов, которые будут опережать темпы роста производства нефти. В условиях снижения объемов производства можно говорить о том, что уменьшение объемов производства нефти будет происходить более высокими темпами, чем объемов производства черных металлов.

Очевидно, что мировая экономика, расставляя свои технологические приоритеты на первую половину XXI в., выдвигает на передний план необходимость решения задачи снижения энергетических затрат. В связи с этим на первом этапе этого периода будет фактическая стабилизация и незначительное снижение производства черных металлов. Основное сокращение их использования в хозяйственном обороте мировой экономики, вероятно, произойдет после 35–40-х годов XXI в.

Сокращение объемов потребления черных металлов приведет к падению прогнозной планки их ценовой линейки. Цены на черные металлы, по прогнозам авторов, так же как и мировая цена на нефть, в перспективном периоде будут характеризоваться системным снижением.

Глобальный инновационный процесс, революционный скачок которого будет реализован на рубеже 25–26-х годов XXI в., придаст импульс развитию цифровой экономики, предусматривающей системное выбытие из хозяйственного оборота продукции сырьевого сектора. Такое системное снижение объемных и ценовых параметров развития энергетики и черной металлургии имеет вполне закономерный характер, обусловленный сменой вектора технологического развития мировой экономики.

Заключение

Мировой финансовый кризис, начавшийся в 2009 г., существенным образом повлиял на параметры развития многих секторов экономики и в первую очередь сказался на развитии глобальной энергетики. Мировые цены на энергоносители под влиянием мирового финансового кризиса снизились более чем в 2 раза, изменив конфигурацию и размеры государственных бюджетов в основном стран — экспортёров энергоресурсов, создав трудности для дальнейшего роста мировой экономики. Многие эксперты, анализируя причины и последствия мирового финансового кризиса, видят его основу в изменении вектора инновационно-технологического развития мировой экономики.

Мировая экономика уже в 2009 г. фактически встала на новый трек своего технологического развития, при котором не объемы сырьевых ресурсов, вовлекаемых в хозяйственный оборот

общества, а эффективное управление ими становятся главной доминантой развития мировой экономики в предстоящем периоде.

Новый вектор мирового технологического развития оказывает существенное влияние на развитие глобальной энергетики и мирового металлургического комплекса, изменяя объемную и ценовую линейки параметров их перспективного развития.

В настоящей статье сформулированы основные направления технологического развития мировой экономики в предстоящем 30-летнем периоде. Определены будущие технологические преобразования, влияющие на развитие черной металлургии. Показаны результаты “зацепления” цен на нефть и цен на черные металлы. Приведено прогнозное обоснование будущих параметров развития мировой черной металлургии.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Статистика: История цен на нефть. British Petroleum, 2016.
2. British Petroleum, Statistical Review of World Energy. 2015.
3. Aleksandrov, N. Optimal Oil production and the World Supply of Oil [Text] / N. Aleksandrov, L. Gyurko, A. Espinora // Business and Economics. 2012.
4. Плакиткин, Ю. А. Прогнозирование технологических циклов в энергетике в динамике развития. Раздел 1.2 [Текст] / Ю. А. Плакиткин // Инновационная энергетика; под ред. В. М. Батенина, В. В. Бушуева, Н. Н. Воропая. — М.: ИЦ “Энергия”, 2017. — С. 62–70.
5. Медведев утвердил программу “Цифровая экономика” [Электронный ресурс] // URL: <http://www.rbc.ru/rbcfree/news>. 31 июля 2017.
6. Плакиткин, Ю. А. Цена на нефть и выбор вариантов долгосрочного развития крупномасштабных систем энергетики [Текст] / Ю. А. Плакиткин // Материалы Девятой междунар. конф. (3–5 октября 2016 г., Москва, Россия). — М.: ИПУ РАН, 2016. — Т. 1. — С. 106.
7. Плакиткин, Ю. А. Цены на нефть меняют вектор развития глобальной энергетики [Текст] / Ю. А. Плакиткин // Экономический вестник России. — 2016. — № 4. — С. 4–9.
8. Плакиткин, Ю. А. Цены на нефть: перспектива падения возможна [Текст] / Ю. А. Плакиткин // Вестник РАЕН. — 2013. — Т. 13. — № 1. — С. 52–57.
9. Плакиткин, Ю. А. Мировая экономика: снижение цен на нефть возможно [Текст] / Ю. А. Плакиткин // Нефтегазовая вертикаль. — 2012. — № 21. — С. 64–69.
10. Плакиткина, Л. С. Угольная промышленность мира и России: анализ, тенденции и перспективы развития [Текст]: монография / Л. С. Плакиткина, Ю. А. Плакиткин. — М.: ЛИТТЕРРА, 2017. — 374 с.
11. National Minerals Information Center (U.S. Geological Survey) [Электронный ресурс] // URL: <http://minerals.usgs.gov>.